

RS
4
7-2-01

JCS18 U.S. PTO
09/756694
01/10/01

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

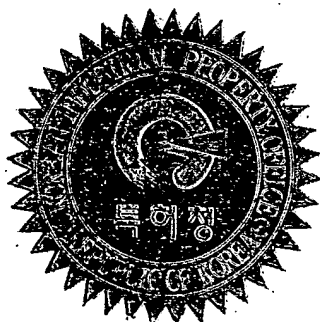
This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 965 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 01월 10일
Date of Application

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s)

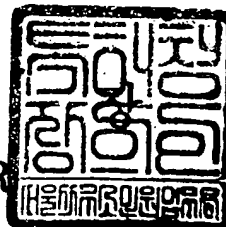
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



2000 년 09 월 23 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2000.01.10
【국제특허분류】	G11B
【발명의 명칭】	데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 검출 성능을 높이는 데이터 재생 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	Data reproducing apparatus and method of improving detection performance by adjusting decision level used in data detector
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	권석흠
【대리인코드】	9-1998-000117-4
【포괄위임등록번호】	1999-009576-5
【대리인】	
【성명】	이상용
【대리인코드】	9-1998-000451-0
【포괄위임등록번호】	1999-009577-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	심재성
【성명의 영문표기】	SHIM, Jae Seong
【주민등록번호】	641223-1058515
【우편번호】	143-191
【주소】	서울특별시 광진구 자양1동 229-24
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

박현수

【성명의 영문표기】

PARK, Hyun soo

【주민등록번호】

700802-1067316

【우편번호】

137-030

【주소】

서울특별시 서초구 잠원동 55-10 한신아파트 119동 312호

【국적】

KR

【취지】특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
리인 이영

필 (인) 대리인

권석흠 (인) 대리인

이상용 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

17 면 17,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

0 항 0 원

【합계】

46,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명에는 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 검출 성능을 높이는 데이터 재생 장치 및 방법이 개시되어 있다. 본 발명은 입력되는 디지털 신호를 등화하는 등화기, 등화기의 출력으로부터 데이터를 검출하는 데이터 검출기와 등화기의 출력으로부터 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨에 대응하는 레벨들을 검출하여 등화기의 출력 레벨에 따라 적응적으로 가변하는 보정된 결정 레벨들을 데이터 검출기에 피드백하는 레벨 결정기를 포함하여, 데이터 검출기의 검출 성능을 향상시킨다.

【대표도】

도 2

【명세서】**【발명의 명칭】**

데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 검출 성능을 높이는 데이터 재생 장치 및 방법{Data reproducing apparatus and method of improving detection performance by adjusting decision level used in data detector}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 데이터 재생 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명에 의한 데이터 재생 장치의 일 실시예에 따른 블록도이다.

도 3은 도 2에 도시된 비터비 레벨 결정기의 상세 블록도이다.

도 4는 PR(a,b,a) 타입의 비터비 검출기를 사용할 때의 도 3에 도시된 레벨 검출기와 다중화기의 출력을 정리한 테이블이다.

도 5는 PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기를 사용할 때의 도 3에 도시된 레벨 검출기와 다중화기의 출력을 정리한 테이블이다.

도 6은 PR(a,b,a) 타입의 비터비 검출기와 RLL(1,7) 코드를 사용할 때의 등화기의 출력값 중 +/- 중간 레벨의 검출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 PR(a,b,a) 타입의 비터비 검출기와 RLL(1,7) 코드를 사용할 때 또는 PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기와 RLL(2,10) 코드를 사용할 때의 등화기 출력값 중 +/- 최대 레벨의 검출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기와 RLL(2,10) 코드를 사용할 때의 등화기 출력값 중 제로 레벨의 검출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기와 RLL(2,10) 코드를 사용할 때의 등화기 출력값 중 +/- 중간 레벨의 검출 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 어시메트리가 0.7일 때 등화기의 출력과 비터비 검출기에서 사용되는 결정 레벨과의 변화폭을 보인 도면이다.

도 11은 등화기만을 거친 결정 레벨과 보정된 결정 레벨을 이용하여 어시메트리가 있는 입력 신호에 대한 검출 성능을 비교한 도면이다.

도 12는 어시메트리에 따라 보정되는 비터비 검출기의 결정 레벨들을 보인 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 데이터 재생 분야에 관한 것으로, 특히 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 데이터 검출 성능을 향상시키는 데이터 재생 장치 및 방법에 관한 것이다.

<14> 기존의 기록/재생 장치의 특성을 대폭적으로 변화시키지 않고 신호 처리에 의해 기록 밀도를 높이는 방식으로서, PRML(Partial Response Maximum Likelihood) 관련 기술이 진전되고, 많은 구체화 수단이 제안되고 있다.

<15> 기존의 데이터 재생 장치의 블록도인 도 1에 있어서, 아날로그/디지털 변환기(ADC: 100)는 입력되는 고주파(RF) 신호를 샘플링하고, DC(Direct Current) 오프셋 보상기(102)와 가산기(104)는 샘플링된 RF 데이터에 포함되어 있는 DC 오프셋 성분을

보상해서 등화기(106)에 제공한다. 레벨 에러 검출기(108)는 FIR(Finite Impulse Response) 필터로 구성된 등화기(106)의 출력에서 최소 피트(또는 마크)-종래의 DVD(Digital Versatile Disc)나 CD(Compact Disc)의 경우는 3T(T:비트 간격)임-의 레벨을 근거로하여 목표값과의 에러(e_k)를 검출한다.

<16> 필터 계수 조정기(110)는 레벨 에러 검출기(108)에서 검출되는 에러값이 포지티브(+) 방향으로 검출되면 최소 피트가 목표값보다 큰 것으로 판단하여 필터 계수를 조정하고, 조정된 필터 계수(w_{k+1})를 등화기(106)에 제공하여 등화기(106)로부터 제공되는 최소 피트의 출력 레벨을 저하시킨다. 또한, 필터 계수 조정기(110)는 레벨 에러 검출기(108)에서 검출되는 에러값이 네가티브(-) 방향으로 검출되면 최소 피트가 목표값보다 작은 것으로 판단하여 필터 계수를 조정하고, 조정된 필터 계수(w_{k+1})를 등화기(106)에 제공하여 등화기(106)로부터 제공되는 최소 피트의 출력 레벨을 증가시킨다.

<17> 이와 같은 방법으로 최소 피트에 대해 적절한 레벨로 출력시켜 비터비 검출기(112)의 성능을 향상시키도록 되어 있다. 여기서, 도 1에 도시된 x_k 는 등화기(106)의 입력 데이터이고, y_k 는 등화기(106)의 출력 데이터이고, w_{k+1} 는 적응후의 등화기(106)의 필터 계수이다.

<18> 한편, DC 옵셋 보상기(102)는 입력되는 RF 신호가 ADC(100)에 의해 샘플링된 후 샘플링값 S_k 이 0보다 큰 값일 때는 +1을 누적 덧셈하고, 0보다 작은 값일 때는 -1을 감산해서 누적값이 미리 설정된 + 문턱값 이상이 되면 샘플링값 S_k 을 레벨 보정값 L_k 으로 한 단계(n 비트 샘플링일 때 $1/2^{(n-1)}$) 감소시켜서 샘플링값을 보정하고, 누적값이 미리 설정된 - 문턱값보다 작으면 샘플링값 S_k 을 레벨 보정값 L_k 으로 한 단계 증가시켜서 샘플

링값을 보정하는 방법으로 레벨 보정을 한다.

<19> 이러한 방법으로 RF 신호에 DC 옵셋을 제거하더라도 예를 들어, RF 신호에 어시메트리(asymmetry)가 발생하면 필터 계수 조정기(110)에서 최적의 FIR 필터 계수를 검출하더라도 등화기(106)의 출력 데이터와 비터비 검출기(112)에서 요구되는 결정 레벨(decision level)과의 오차가 크게 발생한다. 여기서, 결정 레벨이라 함은 비터비 검출기에서 브랜치 메트릭(branch metric) 연산기에서 사용하는 예측 샘플값의 크기를 의미한다.

<20> 따라서, 어시메트리 및 디스크 스큐(scw) 등에 의해 RF 신호에 왜곡이 생기면 최적의 FIR 필터 계수를 사용하여 등화를 수행하더라도 비터비 검출기의 검출 성능이 저하되는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 상기한 문제점을 극복하기 위하여, 본 발명의 목적은 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 데이터 검출 성능을 높이는 데이터 재생 장치를 제공하는 데 있다.

<22> 본 발명의 다른 목적은 등화기의 출력을 모니터링하여 비터비 검출기에서 사용되는 결정 레벨의 기준값인 +/- 최대 레벨, +/- 중간 레벨과 제로 레벨을 결정한 후 결정된 값을 비터비 검출기의 결정 레벨로 피드백하는 구조를 갖는 데이터 재생 장치를 제공하는 데 있다.

<23> 본 발명의 또 다른 목적은 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 검출기의 검출 성능을 높이는 데이터 재생 방법을 제공하는 데 있다.

- <24> 본 발명의 또 다른 목적은 등화기의 출력을 모니터링하여 비터비 검출기의 결정 레벨의 기준값인 +/- 최대 레벨, +/- 중간 레벨과 제로 레벨을 결정한 후 결정된 값을 비터비 검출기의 결정 레벨로 피드백 입력하는 데이터 재생 방법을 제공하는 데 있다.
- <25> 본 발명의 또 다른 목적은 광 디스크 기록/재생 장치에서 데이터 검출기의 검출 성능을 높이는 데이터 재생 장치를 제공하는 데 있다.
- <26> 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 데이터 재생 장치는 입력되는 디지털 신호를 등화하는 등화기와 PRML(Partial Response Maximum Likelihood)에 의해 등화기의 출력으로부터 데이터를 검출하는 데이터 검출기를 포함하는 데이터 재생 장치에 있어서: 등화기의 출력으로부터 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨에 대응하는 레벨들을 검출하여 등화기의 출력 레벨에 따라 적응적으로 가변하는 보정된 결정 레벨들을 데이터 검출기에 피드백하는 레벨 결정기를 포함함을 특징으로 하고 있다.
- <27> 또한, 본 발명에 의한 데이터 재생 방법은 입력되는 디지털 신호를 등화하는 등화기와 PRML(Partial Response Maximum Likelihood)에 의해 등화기의 출력으로부터 데이터를 검출하는 데이터 검출기를 포함하는 데이터 재생 장치를 위한 데이터 재생 방법에 있어서: 입력되는 디지털 신호를 등화하여 등화된 신호를 출력하는 단계, 결정 레벨들을 이용하여 등화된 신호로부터 데이터를 검출하는 단계 및 등화된 신호로부터 결정 레벨들에 대응하는 레벨들을 검출하여 등화된 신호의 레벨에 따라 적응적으로 가변하는 보정된 결정 레벨들을 데이터 검출 단계에서 사용되는 결정 레벨들로서 피드백하는 단계를 포함함을 특징으로 하고 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <28> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨을 조정하여 검출 성능을 높이는 데이터 재생 장치 및 방법의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다.
- <29> 본 발명에 의한 데이터 재생 장치의 일 실시예에 따른 블록도인 도 2에 있어서, ADC(200), DC 옵셋 보상기(202), 가산기(204), 등화기(206) 및 비터비 검출기(214)는 도 1에 도시된 종래의 데이터 재생 장치와 동일하므로 그 동작 설명은 생략하기로 한다.
- <30> 레벨 에러 검출기(208)는 예를 들어 비터비 검출기(214)의 구조가 PR(a,b,a) 타입인 경우에는 미리 +/-의 중간 레벨과 +/- 최대 레벨에 대한 기준값을 설정해두고, 등화기(206)의 출력 신호(y_k)로부터 +/- 중간 레벨과 +/- 최대 레벨을 검출한 후, 기준값과 검출된 레벨값(y_k)과의 에러(e_k)를 구한다. 또한, 레벨 에러 검출기(208)는 비터비 검출기(214)의 구조가 PR(a,b,b,a) 타입인 경우에는 +/- 중간 레벨과 +/- 최대 레벨에 대한 기준값 외에 제로 레벨에 대한 기준값을 하나 더 설정해두고, 등화기(206)의 출력 신호(y_k)로부터 각 레벨값들을 검출하고, 기준값과 검출된 레벨값(y_k)과의 에러(e_k)를 구한다.
- <31> 목표 레벨값을 t_k 라 할 때, 에러값 e_k 는 레벨 에러 검출기(208)에서 구한 레벨 검출값 y_k 를 뺀 값($e_k = t_k - y_k$)이 된다. 따라서, 등화기(206)의 필터 계수가 적응 처리기(210)에서 아래 수학식 1을 이용하여 에러값 e_k 이 최소화가 되도록 적응적인 처리를 통해 얻어지는 특징을 갖고 있다.

<32> 【수학식 1】

$$W_{k+1} = W_k + 2\mu \cdot e_k \cdot x_k$$

- <33> 여기서, w_{k+1} 은 적응 후의 등화기 필터의 계수이고, w_k 는 적응 전의 등화기 필터 계수이고, μ 는 등화 속도(일 예로서 0.001)와 관련된 계수이고, e_k 는 레벨 에러이고, x_k 는 등화전, 입력되는 RF 신호의 DC 옵셋 보정 후 신호이다.
- <34> 본 발명에서는 레벨 에러 검출기(208)와 적응 처리기(210)에 의해 등화기(206)를 위한 적응적인 FIR 필터 계수를 검출하고 있지만 등화기(206)의 FIR 필터 계수를 검출하는 구성이 다른 구성을 갖더라도 본 발명이 적용될 수 있다.
- <35> 비터비 레벨 결정기(212)는 레벨 에러 검출기(208)의 동작과 유사한 방법으로, 적응 후의 필터 계수에 의해 FIR 필터를 거친 신호(y_k)로부터 +/- 최대 레벨과 +/- 중간 레벨(비터비 검출기(214)가 PR(a,b,a) 타입 또는 PR(a,b,b,a)인 경우)과 제로 레벨(비터비 검출기(214)가 PR(a,b,b,a) 타입인 경우)을 검출하고 검출된 레벨들의 각각의 평균을 취해서 비터비 검출기(214)에서 요구되는 결정 레벨로 제공한다. 여기서, 비터비 레벨 결정기(212)의 출력을 보정된 결정 레벨이라고 지칭하고, 비터비 레벨 결정기(212)의 상세 블록도는 도 3에 도시되어 있다.
- <36> 도 3에 있어서, 제1 내지 제4 지연기(221~224)는 등화기(206)로부터 출력되는 샘플 데이터(y_k)를 일시 저장해서 현재 샘플 데이터($y_k[t+n]$), 1 샘플 이전 데이터($y_k[t+n-1]$), 2 샘플 이전 데이터($y_k[t+n-2]$), 3 샘플 이전 데이터($y_k[t+n-3]$)를 출력한다.
- <37> 비교 로직 회로로 구성되는 레벨 검출기(230)는 제1, 제2, 제3 지연기(221,222,223)의 출력으로부터 +/- 중간 레벨, +/- 최대 레벨, 제로 레벨을 검출해서 +/- 중간 레벨 인에이블 신호(en1, en2), +/- 최대 레벨 인에이블 신호(en3, en4), 제로

레벨 인에이블 신호(en5)를 저역 통과 필터로 구성될 수 있는 제1 내지 제5 평균화기 (251~255)에 제공하고, 제1 및 제2 선택 신호(SEL0, SEL1)를 다중화기(MUX로 표기되어 있음: 240)에 제공한다. en1, en2, en3, en4, en5를 제1 내지 제5 레벨 판별 신호라고 지칭될 수 있다.

<38> 즉, 레벨 검출기(230)는 비터비 검출기(214)가 PR(a,b,a) 타입이면, 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 0보다 작은 점에서 제로 크로스(zero cross)가 발생한 것으로 판별하고, 두 샘플 중 하나는 + 중간 레벨로 다른 하나는 - 중간 레벨로 검출하고, 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 크면 그 중 가운데 샘플 데이터를 + 최대 레벨로 검출하고, 세 개의 연속된 샘플 데이터 모두 소정의 문턱값보다 작으면 그 중 가운데 샘플 데이터를 - 최대 레벨로 검출한다.

<39> 또한, 레벨 검출기(230)는 비터비 검출기(214)가 PR(a,b,b,a) 타입이면, +/- 최대 레벨 검출은 PR(a,b,a) 타입과 동일하고, 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 작거나 같은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 그 두 샘플 데이터의 절대값이 작은 샘플 데이터를 제로 레벨로 검출하고, 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 0보다 작거나 같은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 두 샘플 데이터의 절대값을 비교하고, 절대값이 크거나 같은 샘플 데이터가 0보다 크면 그 샘플 데이터가 + 중간 레벨이 되고, 0보다 작으면 - 중간 레벨이 되며, 두 개의 연속된 샘플 데이터 중에서 나중의 샘플 데이터가 0보다 크면 비교된 두 개의 샘플 데이터 이전의 샘플 데이터가 각각 - 또는 + 중간 레벨이고, 연속된 샘플 데이터 중에서 앞의 샘플 데이터가 0보다 크면 비교된 두 개의 샘플 데이터 이후의 샘플 데이터가 각각 - 또는 + 중간 레벨이 되는 것으로 검출한다.

- <40> 도 4는 도 1에 도시된 비터비 검출기(214)가 PR(a,b,a) 타입인 경우 레벨 검출기(230)에서 제공되는 +/- 중간 레벨 인에이블 신호(en1, en2), +/- 최대 레벨 인에이블 신호(en3, en4)와 제1 및 제2 선택 신호(SEL1, SEL0)와 다중화기(240)의 출력을 정리한 테이블이다.
- <41> 도 5는 도 1에 도시된 비터비 검출기(214)가 PR(a,b,b,a) 타입인 경우 레벨 검출기(230)에서 제공되는 +/- 중간 레벨 인에이블 신호(en1, en2), +/- 최대 레벨 인에이블 신호(en3, en4), 제로 레벨 인에이블 신호(en5)와 제1 및 제2 선택 신호(SEL1, SEL0)와 다중화기(240)의 출력을 정리한 테이블이다.
- <42> 다중화기(240)는 제1 내지 제4 지연기(221~224)의 출력 중 하나를 레벨 검출기(230)로부터 제공되는 선택 신호(SEL0, SEL1)에 따라 선택해서 제1 내지 제5 평균화기(251~255)에 제공한다.
- <43> 제1 및 제2 평균화기(251, 252)는 +/- 중간 레벨 인에이블 신호(en1, en2)에 따라 각각 인에이블되며, PR(a,b,a) 타입이고, 두 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)의 곱이 0보다 작고, 샘플 데이터($y_k[t+n]$)가 0보다 크면 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 중간 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)과 - 중간 레벨로 결정된 제1 지연기(221)의 출력($y_k[t+n]$)을 각각 평균화해서 보정된 + 중간 레벨과 보정된 - 중간 레벨로 제공하고, 샘플 데이터($y_k[t+n]$)가 0 이하이면 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 중간 레벨로 결정된 제1 지연기(221)의 출력($y_k[t+n]$)과 - 중간 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)을 각각 평균화해서 보정된 + 중간 레벨과 보정된 - 중간 레벨로 제공한다.

<44> 또한, PR 타입이 PR(a,b,b,a)인 경우, 제1 및 제2 평균화기(251,252)는 두 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$), $y_k[t+n-1]$)의 곱이 0 이하이고, 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)의 절대값이 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$)의 절대값보다 크고, 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$) 중에서 뒤의 샘플 데이터 ($y_k[t+n-1]$)가 0보다 크면 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 중간 레벨로 결정된 제4 지연기(224)의 출력($y_k[t+n-3]$)과 - 중간 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)을 각각 평균화해서 보정된 + 중간 레벨과 보정된 - 중간 레벨로 제공하고, 뒤의 샘플 데이터 ($y_k[t+n-1]$)가 0 이하이면 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 중간 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)과 - 중간 레벨로 결정된 제4 지연기(224)의 출력($y_k[t+n-3]$)을 각각 평균화해서 보정된 + 중간 레벨과 보정된 - 중간 레벨로 제공한다.

<45> 또한, 제1 및 제2 평균화기(251,252)는 두 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$)의 곱이 0 이하이고, 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)의 절대값이 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)의 절대값 이하이고, 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$) 중에서 앞의 샘플 데이터 ($y_k[t+n-2]$)가 0보다 크면 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 중간 레벨로 결정된 제3 지연기(223)의 출력($y_k[t+n-2]$)과 - 중간 레벨로 결정된 제1 지연기(221)의 출력($y_k[t+n]$)을 각각 평균화해서 보정된 + 중간 레벨과 보정된 - 중간 레벨로 제공하고, 앞의 샘플 데이터 ($y_k[t+n-2]$)가 0 이하이면 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 중간 레벨로 결정된 제1 지연기(221)의 출력($y_k[t+n]$)과 - 중간 레벨로 결정된 제3 지연기(223)의 출력($y_k[t+n-2]$)을 각각 평균화해서 보정된 + 중간 레벨과 보정된 - 중간 레벨로 제공한다.

<46> 제3 평균화기(253)는 + 최대 레벨 인에이블 신호(en3)에 따라 인에이블되며, 연속되는 세 개의 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)가 모두 문턱값(Th)보다 큰

경우 다중화기(240)를 통해 제공되는 + 최대 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)을 평균화해서 보정된 + 최대 레벨로 제공한다. 제4 평균화기(254)는 - 최대 레벨 인에이블 신호(en4)에 따라 인에이블되며, 연속되는 세 개의 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)가 모두 문턱값(Th)보다 작은 경우 다중화기(240)를 통해 제공되는 - 최대 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)을 평균화해서 보정된 - 최대 레벨로 제공한다.

<47> 제5 평균화기(255)는 PR 타입이 PR(a,b,b,a)인 경우에만 동작되며, 제로 레벨 인에이블 신호(en5)에 의해 인에이블되며, 두 샘플 데이터의 곱($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)이 0 이하이고, 샘플 데이터($y_k[t+n]$)의 절대값이 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)의 절대값 이상이면 다중화기(240)를 통해 제공되는 제로 레벨로 결정된 제2 지연기(222)의 출력($y_k[t+n-1]$)을 평균화해서 보정된 제로 레벨로 제공하고, 샘플 데이터($y_k[t+n]$)의 절대값이 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)의 절대값보다 작으면 다중화기(240)를 통해 제공되는 제로 레벨로 결정된 제1 지연기(221)의 출력($y_k[t+n]$)을 평균화해서 보정된 제로 레벨로 제공한다.

<48> 도 6은 도 3에 도시된 레벨 검출기(230)에서 수행되며, PR(a,b,a) 타입의 비터비 검출기(214)와 RLL(1,7) 코드를 사용할 때의 등화기(206)의 출력값 중 +/- 중간 레벨을 검출하는 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다. 여기서, 런 길이가 제한되는 특징을 갖는 RLL(Run Length Limited) 코드는 최소 런 길이 $d(=1)$ 과 최대 런길이 $k(=7)$ 로 나타내어진다.

<49> 제1 및 제2 지연기(221, 222)로부터 제공되는 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)의 곱이 0보다 작은지를 판단해서(S101 단계), 작으면 두 샘플 데이터

중 한 샘플 데이터(여기서는 $y_k[t+n-1]$)를 선택하여 0보다 큰지를 판단하여(S102 단계), 0보다 큰 샘플 데이터가 + 중간 레벨이고 0보다 작은 샘플이 - 중간 레벨이 된다. 즉, 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)가 0보다 크면 제2 지연기(222)로부터 출력되는 $y_k[t+n-1]$ 을 + 중간 레벨로, 제1 지연기(221)로부터 출력되는 $y_k[t+n]$ 을 - 중간 레벨로 각각 검출하고(S103 단계), + 중간 레벨 인에이블 신호(en1)와 - 중간 레벨 인에이블 신호(en2)를 출력한다(S104 단계).

<50> S102 단계에서 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)가 0보다 크지 않으면 제2 지연기(222)로부터 출력되는 $y_k[t+n-1]$ 을 - 중간 레벨로, 제1 지연기(221)로부터 출력되는 $y_k[t+n]$ 을 + 중간 레벨로 각각 검출하고(S105 단계), + 중간 레벨 인에이블 신호(en1)와 - 중간 레벨 인에이블 신호(en2)를 출력한다(S106 단계). S101 단계에서 연속하는 두 샘플 데이터의 곱이 0 이상이거나, S104 단계와 S106 단계를 수행한 후 다음 샘플에 대해서 +/-중간 레벨을 검출하기 위해서 S101 단계 내지 S106 단계를 반복 수행한다(S107 단계).

<51> 도 7은 도 3에 도시된 레벨 검출기(230)에서 수행되며, PR(a,b,a) 타입의 비터비 검출기(214)와 RLL(1,7) 코드를 사용할 때 또는 PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기(214)와 RLL(2,10) 코드를 사용할 때의 등화기(206)의 출력값 중 +/- 최대 레벨을 검출하는 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

<52> 제1 내지 제3 지연기(221~223)로부터 출력되는 세 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)를 검사하여 세 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)가 모두 문턱값(Th)보다 큰지를 판단해서(S201 단계), 모두 문턱값(Th)보다 크면 그 중 가운데 샘플 데이터에 해당하는 제2 지연기(222)로부터 출력되는

($y_k[t+n-1]$)를 + 최대 레벨로 검출하고(S202 단계), + 최대 레벨 인에이블 신호(en3)를 출력한다(S203 단계).

<53> S201 단계에서 세 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$) 중 어느 하나라도 문턱값(Th)보다 작으면 다시 세 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)가 모두 문턱값(Th)보다 작은지를 판단해서(S204 단계), 모두 문턱값(Th)보다 작으면 그 중 가운데 샘플 데이터에 해당하는 제2 지연기(222)로부터 출력되는($y_k[t+n-1]$)를 - 최대 레벨로 검출하고(S205 단계), - 최대 레벨 인에이블 신호(en4)를 출력한다(S206 단계).

<54> S204 단계에서 세 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$) 중 어느 하나라도 문턱값(Th) 이상이거나 S203 단계와 S206 단계를 수행한 후 다음 샘플에 대해서 +/- 최대 레벨을 검출하기 위해서 S201 단계 내지 S206 단계를 반복 수행한다(S207 단계).

<55> 도 8은 도 3에 도시된 레벨 검출기(230)에서 수행되며, PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기(214)와 RLL(2,10) 코드를 사용할 때의 등화기(206)의 출력값 중 제로 레벨을 검출하는 방법의 일 실시예에 따른 흐름도로서, 제1 및 제2 지연기(221, 222)로부터 출력되는 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)를 체크하여(S301 단계), 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)의 곱이 0보다 작거나 같을 때 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$) 중 절대값이 작은 것을 체크한다(S302 단계).

<56> 즉, 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$) 중 앞의 샘플 데이터 ($y_k[t+n-1]$)가 작으면 제2 지연기(222)로부터 출력되는 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)를 제로 레

벨로 검출하고(S303 단계), 제로 레벨 인에이블 신호(en5)를 출력한다(S304 단계). S302 단계에서 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$) 중 뒤의 샘플 데이터($y_k[t+n]$)가 작으면 제1 지연기(221)로부터 출력되는 샘플 데이터($y_k[t+n]$)를 제로 레벨로 검출하고(S305 단계), 제로 레벨 인에이블 신호(en5)를 출력한다(S306 단계). S301 단계에서 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$, $y_k[t+n]$)의 곱이 0보다 크거나 S304 단계와 S306 단계를 수행한 후 다음 샘플에 대해서 제로 레벨을 검출하기 위해서 S301 단계 내지 S306 단계를 반복 수행한다(S307 단계).

<57> 도 9는 도 3에 도시된 레벨 검출기(230)에서 수행되며, PR(a,b,b,a) 타입의 비터비 검출기(214)와 RLL(2,10) 코드를 사용할 때의 등화기(206)의 출력값 중 +/- 중간 레벨을 검출하는 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

<58> 제2 및 제3 지연기(222,223)로부터 출력되는 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$)를 체크하여, 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$)의 곱이 0보다 작거나 같은지를 판단하고(S401 단계), 작거나 같을 때 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$)의 절대값을 비교하고(S402 단계), 절대값이 크거나 같은 샘플 데이터가 0보다 크면 그 샘플 데이터가 + 중간 레벨이 되며 0보다 작으면 - 중간 레벨이 되고, 절대값이 작은 샘플 데이터도 0보다 크면 그 샘플 데이터가 + 중간 레벨이 되며 0보다 작으면 - 중간 레벨이 된다.

<59> 즉, 두 개의 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$) 중에서 뒤의 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)가 0보다 크면(S403 단계), 제2 지연기(222)로부터 출력되는 뒤의 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)를 + 중간 레벨로, 제4 지연기(224)로부터 출력되는 비교된 두 개의 샘플 데이터의 이전 샘플 데이터(y

$y_k[t+n-3]$)를 - 중간 레벨로 각각 검출하고(S404 단계), + 중간 레벨 인에이블 신호(en1)와 - 중간 레벨 인에이블 신호(en2)를 출력한다(S405 단계).

<60> S403 단계에서 비교된 두 개의 샘플 데이터 중 뒤의 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)가 0보다 크지 않으면 제2 지연기(222)로부터 출력되는 뒤의 샘플 데이터($y_k[t+n-1]$)를 - 중간 레벨로, 제4 지연기(224)로부터 출력되는 비교된 두 개의 샘플 데이터의 이전 샘플 데이터($y_k[t+n-3]$)를 + 중간 레벨로 각각 검출하고(S406 단계), - 중간 레벨 인에이블 신호(en2)와 + 중간 레벨 인에이블 신호(en1)를 출력한다(S407 단계).

<61> 비교된 연속된 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$, $y_k[t+n-1]$) 중에서 앞의 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$)가 0보다 크면(S408 단계), 제3 지연기(223)로부터 출력되는 앞의 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$)를 + 중간 레벨로, 제1 지연기(221)로부터 출력되는 비교된 두 개의 샘플 데이터 이후의 샘플 데이터($y_k[t+n]$)를 - 중간 레벨로 각각 검출하고(S409 단계), + 중간 레벨 인에이블 신호(en1)와 - 중간 레벨 인에이블 신호(en2)를 출력한다(S410 단계).

<62> S408 단계에서 앞의 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$)이 0보다 크지 않으면 제3 지연기(223)로부터 출력되는 앞의 샘플 데이터($y_k[t+n-2]$)를 - 중간 레벨로, 제1 지연기(221)로부터 출력되는 비교된 두 개의 샘플 데이터의 이후의 샘플 데이터($y_k[t+n]$)를 + 중간 레벨로 각각 검출하고(S411 단계), - 중간 레벨 인에이블 신호(en2)와 + 중간 레벨 인에이블 신호(en1)를 출력한다(S412 단계).

<63> S401 단계에서 두 개의 샘플 데이터의 곱이 0보다 크거나 S405, S407, S410, S412 단계를 수행한 후 다음 샘플에 대해서 +/- 중간 레벨을 검출하기 위해서 S401 단계 내지 S412 단계를 반복 수행한다(S413 단계).

- <64> 지금까지 설명된 도 6 내지 도 9에 도시된 검출 방법은 도 2에 도시된 레벨 에러 검출기(208)에서 수행되는 레벨 에러 검출에 이용될 수 있다.
- <65> 도 10은 PR(1,2,2,1) 타입의 비터비 검출기를 사용한다고 하고, 어시메트리가 0.7(약 20%) 정도인 경우, 등화기(206)의 출력과 비터비 검출기(214)의 결정 레벨과의 변화 폭을 보여주는 도면이다. 등화기(206)의 출력 레벨(y_k)이 정상적인 경우라면 \pm 최대 레벨이 각각 ± 1 이고, \pm 중간 레벨은 ± 0.67 이고, 제로 레벨은 0이어야 하는 데 실제로는 \pm 최대 레벨이 각각 +1.05, -0.86로 나타나고, \pm 중간 레벨이 각각 +0.58, -0.59로 나타나고, 제로 레벨이 -0.007로 나타난다. 이 차이가 비터비 검출기(214)에서 에러로 누적되며 검출 성능을 저하시킨다.
- <66> 이는 비터비 검출기(214)를 PR(1,2,2,1)로 모델링해서 등화기(206)를 통과시켜도 실제 출력 파형은 모델링한대로 출력되지 않음을 의미하며, 특히 어시메트리와 같은 성분이 존재할 때는 그 오차 정도가 더욱 심하게 나타난다. 따라서, 비터비 검출기(214)의 검출 레벨을 보정하자는 의미는 이러한 오차를 보정하자는 의미이고 본 발명에서 제안하는 비터비 레벨 결정기(212)에 의해 보정된 결정 레벨을 사용하는 경우 실제로 도 11에 도시된 바와 같이 어시메트리가 있는 입력 신호의 검출 성능이 좋아짐을 알 수 있다.
- <67> 도 11은 RLL(2,10) 코드와 PR(1,2,2,1) 타입의 비터비 검출기(214)를 사용할 때, 등화기(206)만을 거친 결정 레벨을 사용할 경우와 비터비 레벨 결정기(212)로부터 제공되는 보정된 결정 레벨을 비터비 검출기(214)의 결정 레벨로 사용할 경우 어시메트리가 있는 입력 신호에 대한 검출 성능을 비교한 도면이다. 비터비 검출기(214)에서 사용되는 결정 레벨을 비터비 레벨 결정기(212)에 의해 보정된 결정 레벨로 사용한 경우가 등화기(206)만을 거친 결정 레벨을 사용한 경우보다 데이터 검출 성능이 좋아짐을 알 수 있다.

<68> 도 12는 어시메트리에 따라 보정되는 비터비 검출기(214)의 결정 레벨의 변화를 보인 도면으로서, 어시메트리가 클 수록 제로 레벨과 +/- 중간 레벨의 변화(variation)보다 +/- 최대 레벨의 변화가 크다는 것을 알 수 있다.

【발명의 효과】

<69> 상술한 바와 같이, 본 발명은 비터비 검출기에서 사용되는 결정 레벨의 기준값인 +/- 최대 레벨, +/- 중간 레벨과 제로 레벨을 등화기의 출력을 모니터링하여 결정한 다음 결정된 값을 비터비 검출기의 결정 레벨로 사용함으로써 데이터의 비트 에러율이 개선되어 데이터 검출 성능을 높이는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

입력되는 디지털 신호를 등화하는 등화기와 PRML(Partial Response Maximum Likelyhood)에 의해 상기 등화기의 출력으로부터 데이터를 검출하는 데이터 검출기를 포함하는 데이터 재생 장치에 있어서:

상기 등화기의 출력으로부터 상기 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨들에 대응하는 레벨들을 검출하여 상기 등화기의 출력 레벨에 따라 적응적으로 가변하는 보정된 결정 레벨들을 상기 데이터 검출기에 피드백하는 레벨 결정기를 포함하는 데이터 재생 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 레벨 결정기는,

직렬로 연결되며, 상기 등화기의 출력을 일시 저장하는 복수의 지연기;

상기 복수의 지연기로부터 제공되는 연속되는 두 샘플 데이터 또는 세 샘플 데이터를 비교하여 상기 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨들을 검출하고, 복수의 레벨 판별 신호와 상기 복수의 지연기의 출력 중 하나를 선택하기 위한 선택 신호를 제공하는 레벨 검출기;

상기 선택 신호에 따라 상기 복수의 지연기의 출력 중 하나를 선택하는 다중화기;
및

각각은 상기 복수의 레벨 판별 신호 중 하나에 의해 인에이블되며, 상기 다중화기

의 출력을 평균화해서 보정된 결정 레벨들을 상기 데이터 검출기에 피드백하는 복수의 평균화기를 포함하는 데이터 재생 장치.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 데이터 검출기가 $PR(a,b,a)$ 타입인 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 레벨 검출기는 상기 복수의 지연기의 일부로부터 출력되는 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 0보다 작은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 두 샘플 데이터 중 하나는 + 중간 레벨로 다른 하나는 - 중간 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 5】

제3항에 있어서, 상기 레벨 검출기는 상기 복수의 지연기로부터 출력되는 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 크면 그 중 가운데 샘플 데이터를 + 최대 레벨로 검출하고, 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 작으면 그 중 가운데 샘플 데이터를 - 최대 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 6】

제2항에 있어서, 상기 데이터 검출기가 $PR(a,b,b,a)$ 타입인 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 7】

제6항에 있어서, 상기 레벨 검출기는 상기 복수의 지연기의 일부로부터 출력되는

두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 0보다 작거나 같은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 두 샘플 데이터의 절대값을 비교하고, 절대값이 크거나 같은 샘플 데이터가 0보다 크면 그 샘플 데이터가 + 중간 레벨이 되고, 0보다 작으면 - 중간 레벨이 되며, 두 개의 연속된 샘플 데이터 중에서 나중의 샘플 데이터가 0보다 크면 비교된 두 개의 샘플 데이터 이전의 샘플 데이터가 각각 - 또는 + 중간 레벨이 되고, 연속된 샘플 데이터 중에서 앞의 샘플 데이터가 0보다 크면 비교된 두 개의 샘플 데이터 이후의 샘플 데이터가 각각 - 또는 + 중간 레벨이 되는 것으로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 8】

제6항에 있어서, 상기 레벨 검출기는 상기 복수의 지연기로부터 출력되는 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 크면 그 중 가운데 샘플 데이터를 + 최대 레벨로 검출하고, 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 작으면 그 중 가운데 샘플 데이터를 - 최대 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 9】

제6항에 있어서, 상기 레벨 검출기는 상기 복수의 지연기의 일부로부터 출력되는 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 작거나 같은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 그 두 샘플 데이터의 절대값이 작은 샘플 데이터를 제로 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 장치.

【청구항 10】

제1항에 있어서, 입력되는 RF(Radio Frequency) 신호를 샘플링하여 샘플링 데이터 ~~를 생성하여~~ 샘플러;

상기 샘플링 데이터의 DC 옵셋을 제거하여 상기 등화기에 출력하는 DC 옵셋 보정기;

상기 등화기의 출력값으로부터 상기 등화기에서 사용되는 결정 레벨들에 대응하는 레벨들을 검출하여 검출된 레벨들과 미리 설정된 기준값과의 레벨 에러를 검출하는 레벨 에러 검출기; 및

상기 레벨 에러와 목표 레벨값과의 차가 최소화가 되도록 적응적인 상기 등화기의 필터 계수를 제공하는 적응 처리기를 더 포함하는 데이터 재생 장치.

【청구항 11】

제10항에 있어서, 상기 레벨 결정기는,

직렬로 연결되며, 상기 등화기로부터 출력되는 샘플 데이터를 일시 저장해서 현재 샘플 데이터, 1 샘플 이전 데이터, 2 샘플 이전 데이터와 3 샘플 이전 데이터를 제공하는 제1 내지 제4 지연기;

상기 제1 내지 제4 지연기로부터 제공되는 연속되는 2 샘플 데이터 또는 3 샘플 데이터를 비교하여 상기 데이터 검출기에서 사용되는 결정 레벨들을 검출하고, 제1 내지 제5 레벨 판별 신호와 선택 신호를 제공하는 레벨 검출기;

상기 선택 신호에 따라 상기 제1 내지 제4 지연기의 출력 중 하나를 선택해서 선택된 레벨의 결정값으로 제공하는 다중화기; 및

해당하는 상기 제1 내지 제5 레벨 판별 신호에 의해 인에이블되며, 상기 선택된 레

벨의 결정값을 평균화해서 보정된 \pm 중간 레벨, 보정된 \pm 최대 레벨과 보정된 제로 레벨을 상기 데이터 검출기에 제공하는 제1 내지 제5 평균화기를 포함하는 데이터 재생 장치.

【청구항 12】

입력되는 디지털 신호를 등화하는 등화기와 PRML(Partial Response Maximum Likelyhood)에 의해 상기 등화기의 출력으로부터 데이터를 검출하는 데이터 검출기를 포함하는 데이터 재생 장치를 위한 데이터 재생 방법에 있어서:

- (a) 입력되는 디지털 신호를 등화하여 등화된 신호를 출력하는 단계;
- (b) 결정 레벨들을 이용하여 상기 등화된 신호로부터 데이터를 검출하는 단계; 및
- (c) 상기 등화된 신호로부터 상기 결정 레벨들에 대응하는 레벨들을 검출하여 상기 등화된 신호의 레벨에 따라 적응적으로 가변하는 보정된 결정 레벨들을 상기 (b) 단계에서 사용되는 결정 레벨들로서 피드백하는 단계를 포함하는 데이터 재생 방법.

【청구항 13】

제12항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

- (c1) 상기 등화된 신호를 일시 저장하여 현재 샘플 데이터, 1 샘플 이전 샘플 데이터, 2 샘플 이전 데이터와 3 샘플 이전 데이터를 제공하는 단계;
- (c2) 연속되는 2 샘플 데이터 또는 3 샘플 데이터를 비교하여 상기 (b) 단계에서 사용되는 결정 레벨들을 검출하여 복수의 레벨 판별 신호와 선택 신호를 제공하는 단계;
- (c3) 상기 선택 신호에 따라 현재 샘플 데이터, 1 샘플 이전 데이터, 2 샘플 이전 데이터와 3 샘플 이전 데이터 중 하나를 선택해서 선택된 레벨의 결정값으로서 출력하는

단계; 및

(c4) 상기 복수의 레벨 판별 신호 중 하나에 의해 인에이블되며, 상기 선택된 레벨의 결정값을 평균화해서 보정된 결정 레벨로 제공하는 단계를 포함하는 데이터 재생 방법.

【청구항 14】

제13항에 있어서, 상기 데이터 검출기가 PR(a,b,a) 타입인 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【청구항 15】

제14항에 있어서, 상기 (c2) 단계에서는 상기 (c1) 단계에서 제공되는 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 0보다 작은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 두 샘플 데이터 중 하나는 + 중간 레벨로 다른 하나는 - 중간 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【청구항 16】

제14항에 있어서, 상기 (c2) 단계에서는 상기 (c1) 단계에서 제공되는 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 크면 그 중 가운데 샘플 데이터를 + 최대 레벨로 검출하고, 세 개의 연속된 샘플 데이터 모두 소정의 문턱값보다 작으면 그 중 가운데 샘플 데이터를 - 최대 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【청구항 17】

제13항에 있어서, 상기 데이터 검출기가 PR(a,b,b,a) 타입인 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【청구항 18】

제17항에 있어서, 상기 (c2) 단계에서는 상기 (c1) 단계에서 제공되는 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 0보다 작거나 같은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 두 샘플 데이터의 절대값을 비교하고, 절대값이 크거나 같은 샘플 데이터가 0보다 크면 그 샘플 데이터가 + 중간 레벨이 되고, 0보다 작으면 - 중간 레벨이 되며, 두 개의 연속된 샘플 데이터 중에서 나중의 샘플 데이터가 0보다 크면 비교된 두 개의 샘플 데이터 이전의 샘플 데이터가 각각 - 또는 + 중간 레벨이 되고, 연속된 샘플 데이터 중에서 앞의 샘플 데이터가 0보다 크면 비교된 두 개의 샘플 데이터 이후의 샘플 데이터가 각각 - 또는 + 중간 레벨이 되는 것으로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【청구항 19】

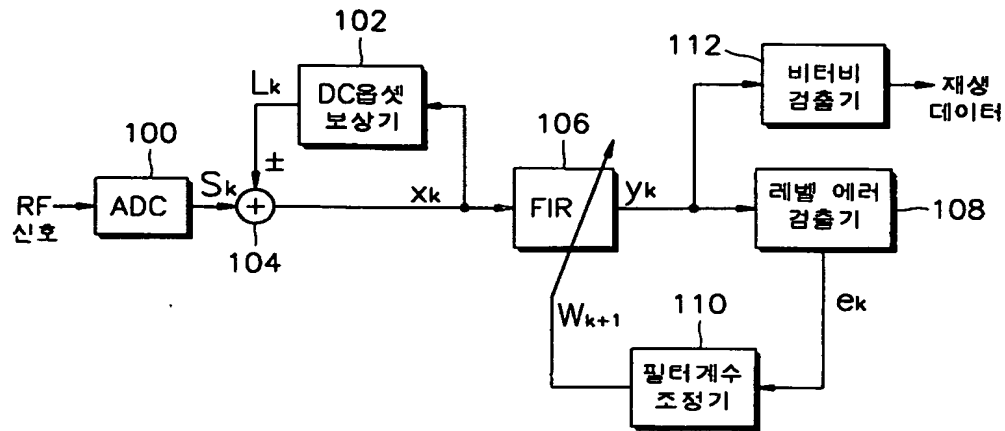
제17항에 있어서, 상기 (c2) 단계에서는 상기 (c1) 단계에서 제공되는 세 개의 연속된 샘플 데이터가 모두 소정의 문턱값보다 크면 그 중 가운데 샘플 데이터를 + 최대 레벨로 검출하고, 세 개의 연속된 샘플 데이터 모두 소정의 문턱값보다 작으면 그 중 가운데 샘플 데이터를 - 최대 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【청구항 20】

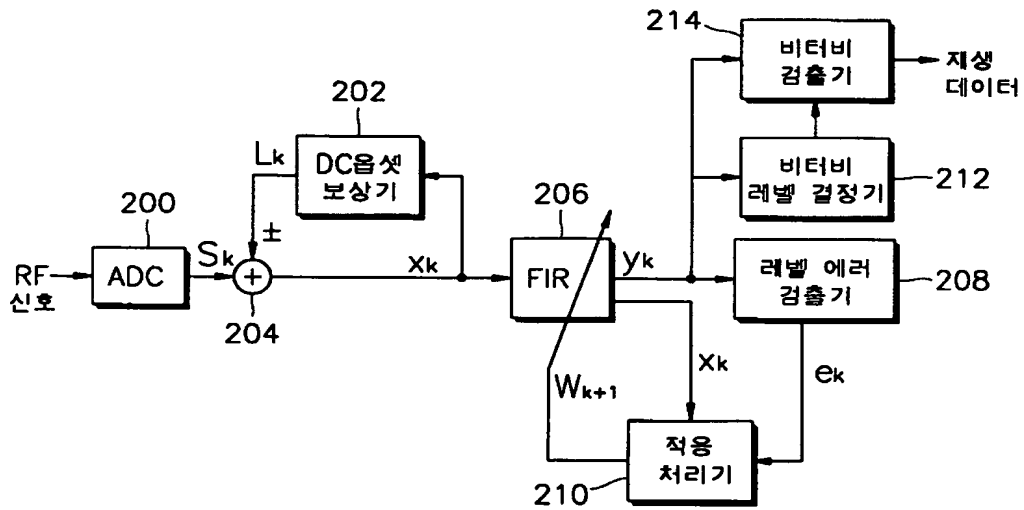
제17항에 있어서, 상기 (c2) 단계에서는 상기 (c1) 단계에서 제공되는 두 개의 연속된 샘플 데이터의 곱이 작거나 같은 점에서 제로 크로스가 발생한 것으로 판별하고, 그 두 샘플 데이터의 절대값이 작은 샘플 데이터를 제로 레벨로 검출하는 것을 특징으로 하는 데이터 재생 방법.

【도면】

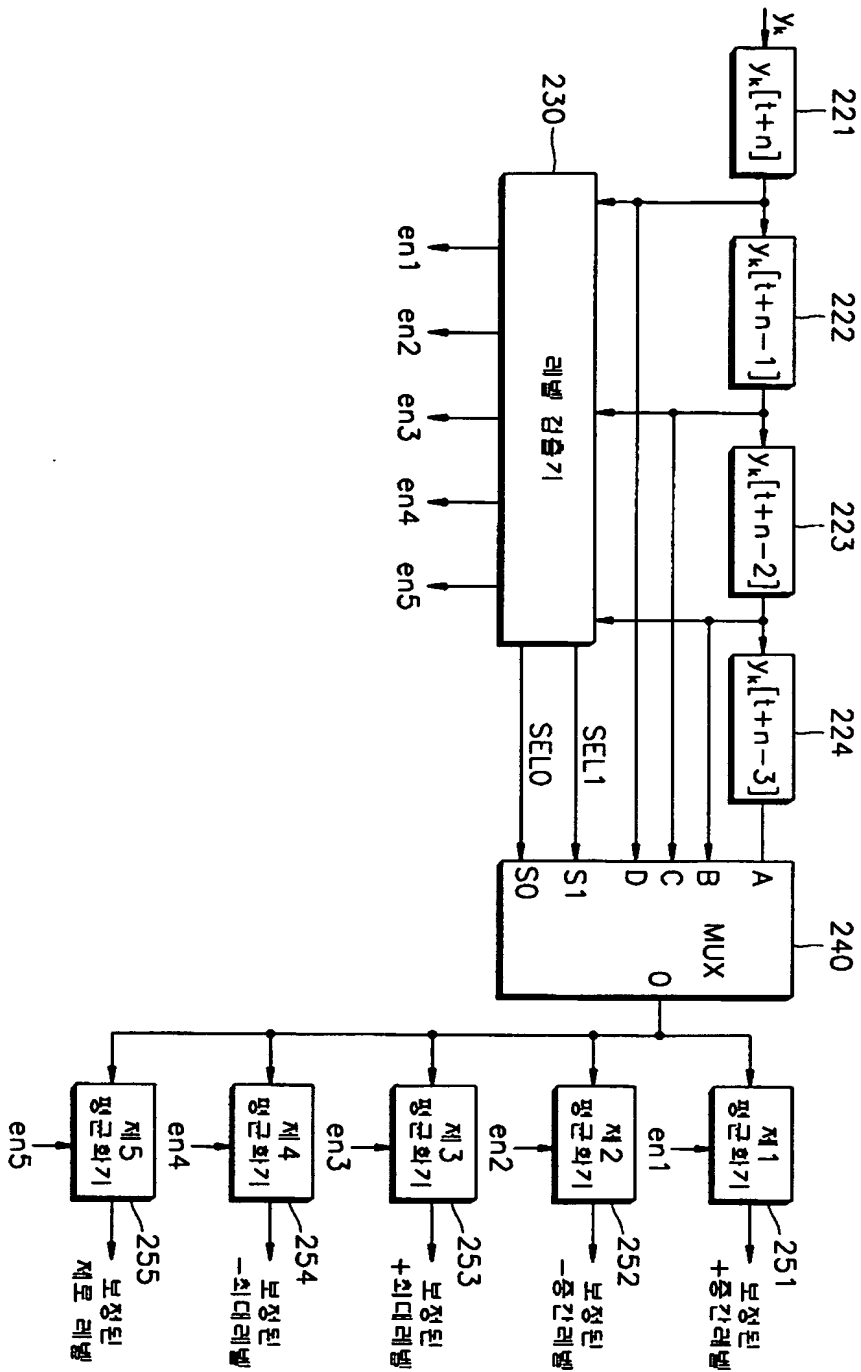
【도 1】



【도 2】



【도 3】

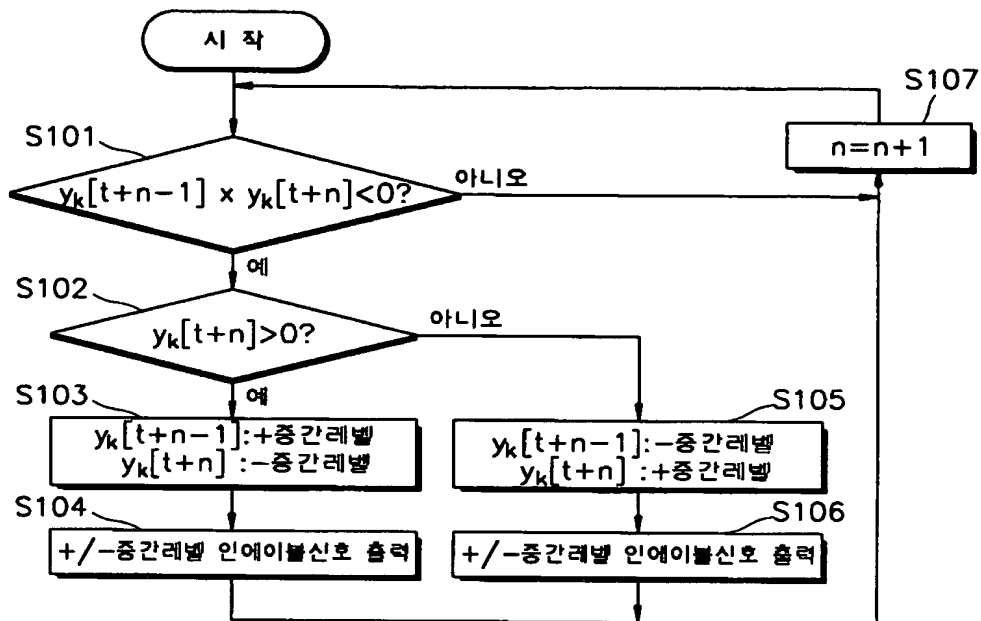


【 4】

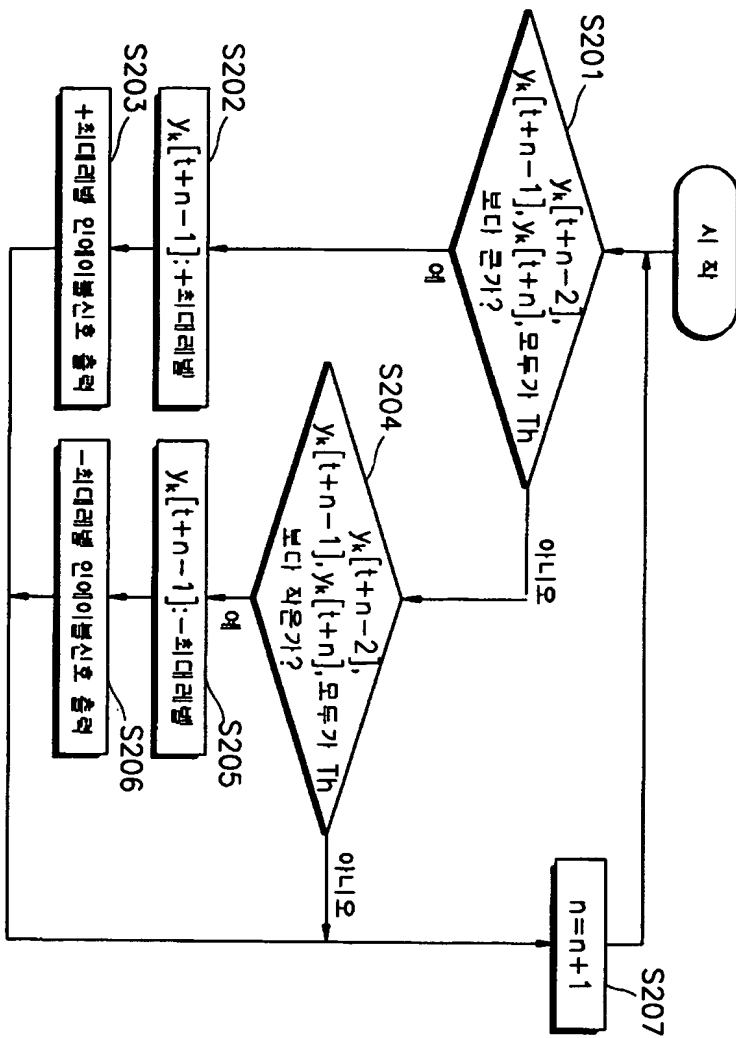
조건	+ Mid Level	- Mid Level	+ Max Level	- Max Level	Zero Level	SEL1	SEL0	Mux출력
	enable	enable	enable	enable	enable	0	1	
$y_i[t+n-1] \cdot y_i[t+n] < 0$ 이고 $y_i[t+n-1] > 0$ 인 경우	enable	disable	disable	disable	disable	0	1	$y_i[t+n-1]$
$y_i[t+n-1] \cdot y_i[t+n] < 0$ 이고 $y_i[t+n-1] \leq 0$ 인 경우	enable	disable	disable	disable	disable	0	0	$y_i[t+n]$
$y_i[t+n-2], y_i[t+n-1], y_i[t+n]$ 모두 Th보다 큰 경우	disable	enable	enable	disable	disable	0	1	$y_i[t+n-1]$
$y_i[t+n-2], y_i[t+n-1], y_i[t+n]$ 모두 Th보다 작은 경우	disable	disable	enable	enable	disable	0	1	$y_i[t+n-1]$

조건	+ Mid Level enable	- Mid Level enable	+ Max Level enable	- Max Level enable	Zero Level enable	SEL1	SEL0	Mux출력
$y_{i[t+n-2]} \cdot y_{i[t+n-1]} \leq 0$ 이고 $y_{i[t+n-2]} \leq y_{i[t+n-1]}$ 이고	enable	disable	disable	disable	disable	0	1	$y_{i[t+n-1]}$
$y_{i[t+n-1]} > 0$ 인 경우	disable	enable	disable	disable	disable	1	1	$y_{i[t+n-3]}$
$y_{i[t+n-2]} \cdot y_{i[t+n-1]} \leq 0$ 이고 $y_{i[t+n-2]} \leq y_{i[t+n-1]}$ 이고	enable	disable	disable	disable	disable	0	1	$y_{i[t+n-3]}$
$y_{i[t+n-1]} \leq 0$ 인 경우	disable	enable	disable	disable	disable	1	1	$y_{i[t+n-1]}$
$y_{i[t+n-2]} \cdot y_{i[t+n-1]} \leq 0$ 이고 $y_{i[t+n-2]} > y_{i[t+n-1]}$ 이고	enable	disable	disable	disable	disable	1	0	$y_{i[t+n-2]}$
$y_{i[t+n-2]} > 0$ 인 경우	disable	enable	disable	disable	disable	0	0	$y_{i[t+n]}$
$y_{i[t+n-2]} \cdot y_{i[t+n-1]} \leq 0$ 이고 $y_{i[t+n-2]} > y_{i[t+n-1]}$ 이고	enable	disable	disable	disable	disable	0	0	$y_{i[t+n]}$
$y_{i[t+n-2]} \leq 0$ 인 경우	disable	enable	disable	disable	disable	1	0	$y_{i[t+n-2]}$
$y_{i[t+n-2]}, y_{i[t+n-1]}, y_{i[t+n]}$ 모두 7b보다 큰 경우	disable	disable	enable	disable	disable	0	1	$y_{i[t+n-1]}$
$y_{i[t+n-2]}, y_{i[t+n-1]}, y_{i[t+n]}$ 모두 7b보다 작은 경우	disable	disable	disable	enable	disable	0	1	$y_{i[t+n-1]}$
$y_{i[t+n-1]} \cdot y_{i[t+n]} \leq 0$ 이고 $y_{i[t+n-1]} \leq y_{i[t+n]}$ 인 경우	disable	disable	disable	disable	enable	0	1	$y_{i[t+n-1]}$
$y_{i[t+n-1]} \cdot y_{i[t+n]} \leq 0$ 이고 $y_{i[t+n-1]} > y_{i[t+n]}$ 인 경우	disable	disable	disable	disable	enable	0	0	$y_{i[t+n]}$

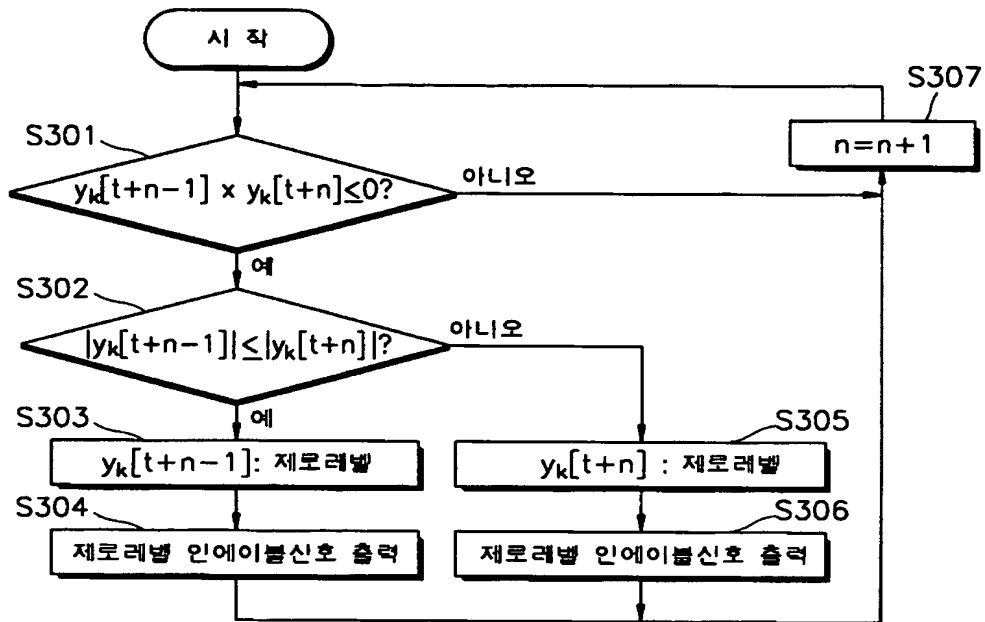
【도 6】



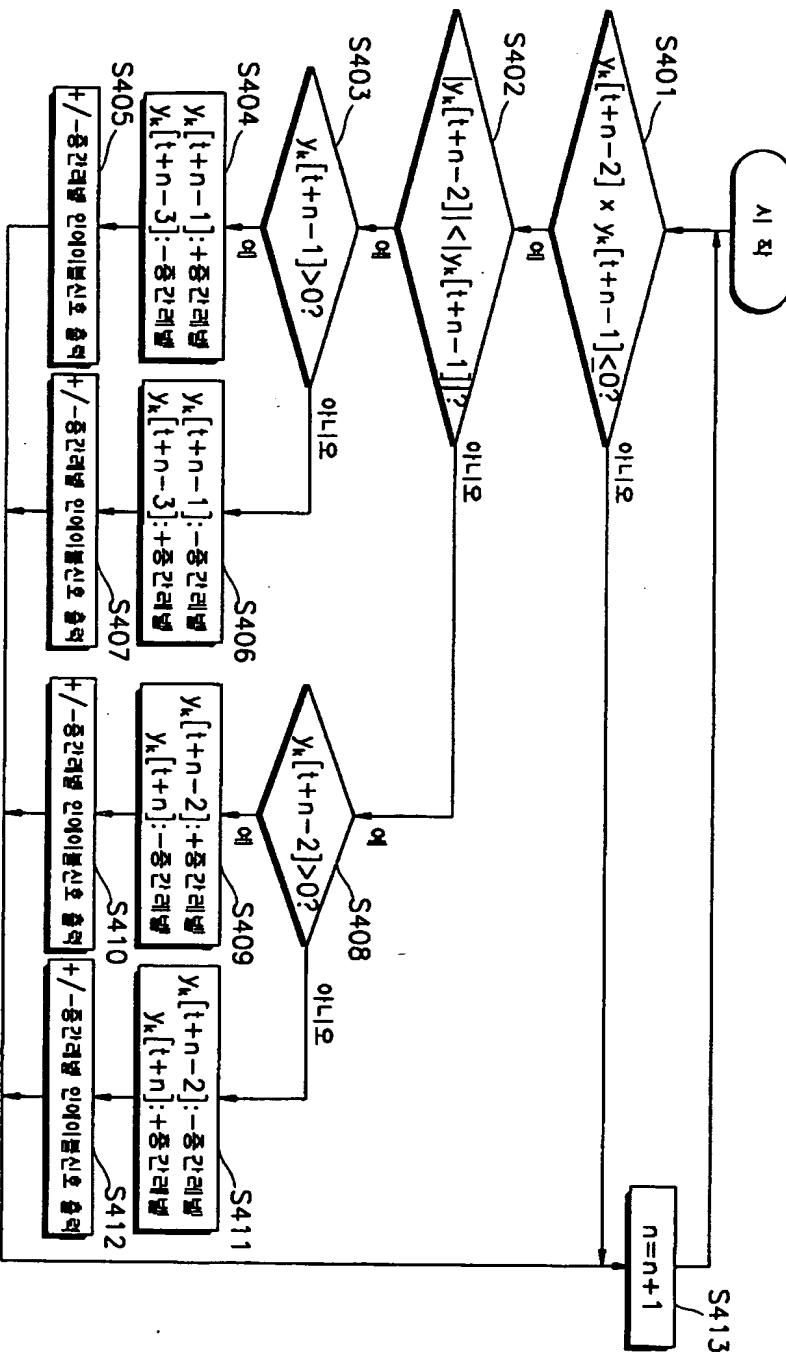
【도 7】



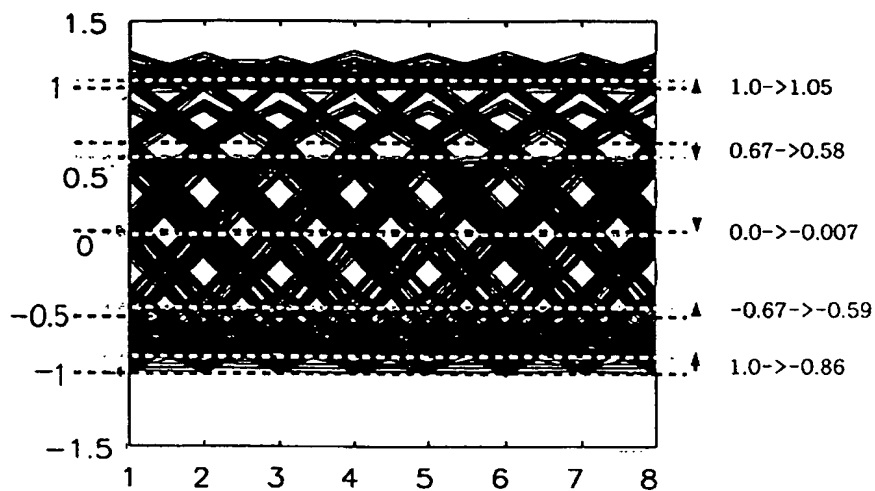
【도 8】



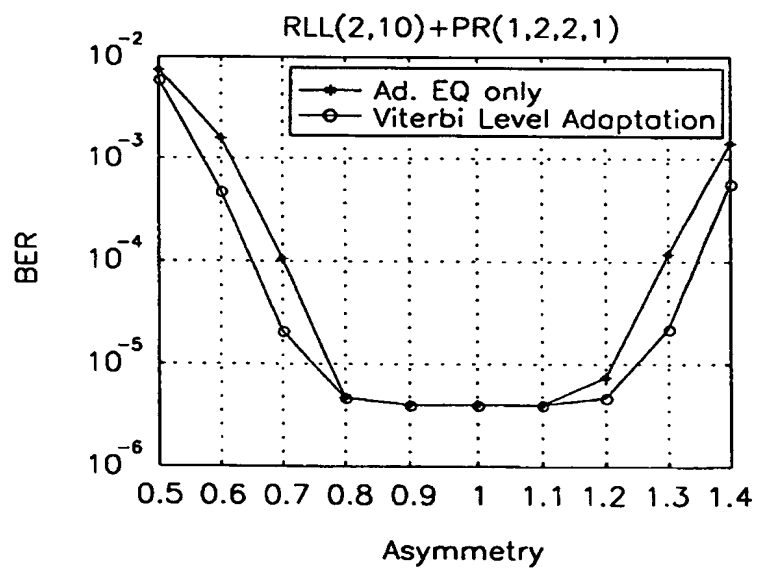
【 9 】



【도 10】



【도 11】



【도 12】

